

# ANALISIS PENYISIHAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) LIMBAH CAIR HOTEL MENGGUNAKAN SERBUK KULIT JAGUNG

Suarni S. Abuzar<sup>1</sup>, Yommi Dewilda<sup>2</sup> dan Windy Stefani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

<sup>2</sup>Laboratorium Buangan Padat Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

Email: suarni\_sa@ft.unand.ac.id

## ABSTRAK

*Perlunya penelitian penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) menggunakan serbuk kulit jagung adalah untuk menentukan besarnya nilai absorpsi COD dan menganalisis kemampuan serbuk kulit jagung dalam penyisihan COD limbah cair hotel. Penelitian ini dilakukan secara batch, menggunakan larutan artifisial glukosa untuk mendapatkan kondisi optimasi dari variasi diameter, berat adsorben, waktu kontak, konsentrasi larutan, kecepatan pengadukan dan pH larutan. Analisis menggunakan metode spektrofotometer. Kondisi optimum yang diperoleh yaitu diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, waktu kontak 90 menit, konsentrasi larutan 750 mg/l, kecepatan pengadukan 120 rpm pada pH larutan 3. Efisiensi penyisihan COD yang diperoleh pada kondisi optimum adalah 74 % dengan kapasitas penjerapan 27.75 mg/gr. Mekanisme penjerapan pada percobaan ini yang tepat adalah Isotherm Langmuir dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0.987. Proses adsorpsi pada sampel limbah cair hotel diperoleh efisiensi penyisihan COD sebesar 63.74 % dengan kapasitas penjerapan 19.95 mg/gr.*

**Kata kunci:** adsorpsi, Chemical Oxygen Demand (COD), limbah cair hotel, serbuk kulit jagung, sistem batch.

## ABSTRACT

*Research on the elimination of Chemical Oxygen Demand (COD) using corn husk powder to determine the absorption rate of COD and to analyze the ability of corn husk powder to eliminate COD from hotel wastewater. This research was carried out batch, using artificial glucose solution to obtain the optimization conditions with variation in diameter, weight of adsorbent, contact time, solution concentration, stirring speed and pH of the solution. Analysis was conducted using spectrophotometer. The optimum conditions obtained by the diameter of the adsorbent (0.127-0.181) mm, weight 1.5 grams adsorbent, contact time of 90 minutes, the solution concentration of 750 mg / L, stirring speed of 120 rpm at pH 3. COD removal efficiency obtained at the optimum condition was 74 % with the adsorption capacity of 27.75 mg / g. Mechanism of uptake on the right of this experiment is the Langmuir isotherm with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.987. The efficiency process of adsorption on hotels wastewater was 63.74% with the adsorption capacity of 19.95 mg / g.*

**Keywords:** adsorption, Chemical Oxygen Demand (COD), effluent hotels, corn husk powder, batch system.

## PENDAHULUAN

Sekitar 70% pencemaran sungai di Kota Padang disebabkan oleh limbah cair domestik yang termasuk di dalamnya berasal dari aktivitas perhotelan (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup Kota Padang dalam Posmetro Padang, 2009). Nilai COD yang tinggi akan mengakibatkan miskinnya kandungan oksigen di badan air sehingga mengganggu ekosistem perairan. Berdasarkan penelitian, kandungan nilai COD limbah cair Hotel sebesar 346 mg/l (Sari, 2010). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi COD dalam limbah cair hotel tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 50 mg/l (Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor: 26 Tahun 2006).

Penyisihan COD yang terkandung dalam limbah cair dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya secara adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu substansi pada permukaan padatan adsorben (Reynolds, 1996). Limbah pertanian yang mengandung selulosa dapat digunakan untuk mengolah limbah (Igwe, dkk, 2005). Salah satu limbah pertanian tersebut adalah kulit jagung. Serbuk kulit jagung merupakan biomaterial yang mudah didapatkan.

Salah satu aspek penting dalam evaluasi proses adsorpsi adalah kesetimbangan penyerapan oleh adsorben. Kesetimbangan penyerapan ini dapat dianalisa dari persamaan *isotherm* adsorpsi. Ada dua jenis hubungan matematik yang umumnya digunakan untuk menjelaskan *Isotherm* adsorpsi, yaitu *Isotherm* Langmuir dan *Isotherm* Freundlich (Metcalf and Eddy, Inc. 2003). Salah satu cara untuk menentukan *isotherm* adsorpsi yang sesuai dengan proses adsorpsi adalah dengan membandingkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang ditunjukkan pada grafik linearisasi model adsorpsi tersebut (Atastina, 2003).

Penentuan *isotherm* adsorpsi digunakan untuk menentukan performa penyerapan atau model kesetimbangan yang membantu menganalisis karakteristik adsorpsi berupa kapasitas dan mekanisme proses biosorpsi (Ahalya, et al, 2005).

*Isotherm* Freundlich menunjukkan bahwa adsorben memiliki permukaan yang

heterogen dan tiap molekul mempunyai potensi penyerapan yang berbeda-beda terhadap senyawa dengan proses adsorpsi yang multilayer, sedangkan *isotherm* Langmuir menunjukkan bahwa adsorben memiliki permukaan yang homogen dengan proses adsorpsi monolayer.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis kondisi optimum penyerapan COD dengan menggunakan serbuk kulit jagung pada larutan artifisial dan menganalisis persamaan isotherm yang sesuai pada proses penyisihan COD serta menganalisis efisiensi dan kapasitas penyerapan serbuk kulit jagung pada percobaan sampel asli (limbah cair hotel).

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini mengacu pada penelitian Penyisihan Minyak dan Lemak Limbah Cair Hotel Menggunakan Serbuk Kulit Jagung (Abuzar, dkk, 2012)

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan sistem adsorpsi secara *batch*. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan Universitas Andalas.

Sampel air limbah hotel diambil dari Hotel. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 titik *sampling*, yaitu titik 1 pada bak kontrol dari pencampuran limbah cair dapur dan kamar mandi (*floor drain*) dan titik 2 pada pembuangan akhir dari *laundry*. Limbah ini dicampur dengan perbandingan debit dari masing-masing titik yang selanjutnya dijadikan sebagai sampel untuk di uji di laboratorium

Pengambilan sampel dilakukan pada hari kerja dan hari libur dan variasi waktu pengambilan sampel, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB. Waktu ini dipilih karena dianggap dapat mewakili setiap periode aktifitas, yaitu pagi, siang dan sore hari.

Peralatan yang digunakan meliputi *grinder* untuk menggiling kulit jagung, *sieve shaker* (ayakan), *jar test*, neraca analitik, *beaker glass* berkapasitas 500 ml, labu ukur, erlenmeyer 100 ml, spatula, pipet gondok, spektrofotometer, kuvet, COD reaktor, tabung reaksi dan kertas saring.

Pembuatan adsorben serbuk kulit jagung dilakukan dengan penggilingan kulit jagung yang telah dipotong-potong dan pembersihan yaitu pencucian dan pengeringan

Percobaan diawali dengan percobaan optimasi menggunakan larutan artifisial berupa larutan glukosa yang mewakili konsentrasi COD limbah cair hotel yang diperoleh sebesar 550 mg/l pada volume 100 ml. Parameter percobaan optimasi yaitu pengaruh diameter adsorben, pH larutan adsorbat, berat adsorben, konsentrasi larutan adsorbat, kecepatan pengadukan dan waktu kontak. Tujuannya untuk mendapatkan nilai optimum dari masing-masing variasi untuk diaplikasikan pada limbah asli.

Percobaan dilakukan secara duplo. Variasi diameter (0,127-0,181) mm, (0,181-0,254) mm, dan (0,254-0,3175) mm, hal ini dilakukan karena keterbatasan alat. Variasi berat adsorben dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu penyisihan logam Mn dengan kulit jagung sebagai adsorben dilakukan variasi berat 1, 1,5, 2, 2,5, dan 3 gram dengan berat optimum 2 gram (Yandri, 2008). Penentuan waktu kontak berdasarkan rentang waktu kontak secara *batch* yaitu (1-4) jam (Reynolds, 1996), variasi waktu kontak yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Variasi konsentrasi dari adsorbat dibuat dengan cara pengenceran berdasarkan konsentrasi sampel yang diperoleh di lapangan.

Kecepatan pengadukan digunakan variasi 60, 90, 120, 150, 180 rpm. Variasi kecepatan pengadukan diambil berdasarkan kondisi optimum pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad, 2005. Variasi pH 2, 3, 4, 5, dan 6, hal ini didasarkan pada penelitian penyisihan COD menggunakan karbon aktif yang dibuat dari tanduk binatang dengan pH optimum 5 dan penyerapan COD lebih baik pada kondisi asam (Aluyor and Badmus, 2008). Variasi parameter pada percobaan optimasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

**Tabel 1. Variasi Parameter pada Percobaan Optimasi**

No	Parameter	Satuan	Variasi
1.	Diameter adsorben	mm	(0,127-0,181), (0,181-0,254), (0,254-0,3175)
2.	pH larutan adsorbat	-	2, 3, 4, 5, 6
3.	Berat adsorben	Mg	1, 1.5, 2, 2.5, 3
4.	Konsentrasi adsorbat	mg/l	1000, 750, 550, 500, 250
5.	Waktu Kontak	menit	30, 60, 90, 120, 150
6.	Kecepatan Pengadukan	rpm	60, 90, 120, 150, 180

Efisiensi penyisihan dihitung menggunakan persamaan (1) (Metcalf and Eddy, 2003):

$$E = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

E = Penyisihan (%)

C<sub>in</sub> = Konsentrasi COD pada larutan awal (mg/l)

C<sub>out</sub> = Konsentrasi COD pada larutan saat kesetimbangan (mg/l)

Kapasitas penyerapan merupakan besarnya kemampuan adsorben dalam menyerap kontaminan dalam larutan adsorbat. Kapasitas penyerapan dinyatakan dalam mg COD/g serbuk kulit jagung. Besarnya kapasitas penyerapan dapat dihitung berdasarkan persamaan 2 (Metcalf and Eddy, 2003):

Kapasitas penyerapan (mg/g)

$$\frac{E}{100} \times C_{in} \times \frac{V}{m} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

E = Penyisihan (%)

C<sub>in</sub> = Konsentrasi COD pada larutan saat awal (mg/L)

V = Volume larutan yang digunakan (L)

m = Berat adsorben yang digunakan (g)

**Tabel 2. Percobaan Optimasi dengan Variasi Parameter pada Percobaan Optimasi**

No	Parameter						Hasil
	Diameter Adsorben (mm)	Berat Adsorben	Waktu Kontak	Konsentrasi Larutan Adsorbat	Kec. (rpm)	pH	
		(gr)	(menit)	(mg/l)			
1	(0,127-0,181)	2	60	550	150	5	Diameter optimum
	(0,181-0,254)	2					
	(0,254-0,318)	2					
2	Diameter optimum	1					Berat optimum
		1,5					
		2					
		2,5					
		3					
3	Diameter optimum	Berat optimum	30				Waktu Kontak Optimum
			60				
			90				
			120				
			150				
4	Diameter optimum	Berat optimum	Waktu Kontak Optimum	1000			Konsentrasi Optimum
				750			
				550			
				500			
				250			
5	Diameter optimum	Berat optimum	Waktu Kontak Optimum	Konsentrasi Optimum	60	5	Kec. Pengadukan Optimum
					90		
					120		
					150		
					180		
6	Diameter optimum	Berat optimum	Waktu Kontak Optimum	Konsentrasi Optimum	Kecepatan Pengadukan Optimum	2	pH Optimum
						3	
						4	
						5	
						6	

Persamaan *Isoterm* adsorpsi Freundlich (Metcalf and Eddy, 2003):

$$X = \frac{x}{m} = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

x/m = Massa substansi yang diadsorpsi (adsorbat) per massa adsorben (mg/g)

$K_f$  = Faktor kapasitas Freundlich

$C_e$  = Konsentrasi akhir adsorbat saat kesetimbangan setelah adsorpsi (mg/l)

1/n = Intensitas Parameter Freundlich

Pada persamaan 3, (x/m) merupakan fungsi dari konsentrasi adsorbat pada saat kesetimbangan ( $C_e$ ). Konstanta pada *Isoterm* Freundlich ( $K_f$  dan n) dapat ditentukan

dengan plot data pada grafik, dimana  $\log(x/m)$  pada sumbu y terhadap  $\log C_e$  pada sumbu x, dan diperoleh persamaan berikut (Metcalf and Eddy, 2003):

$$\log \frac{x}{m} = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan *Isoterm* Langmuir (Metcalf and Eddy, 2003):

$$X = \frac{x}{m} = \frac{abC_e}{1 + bC_e} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dimana: a, b = Konstanta empiris

Konstanta *Isoterm* Langmuir dapat ditentukan dengan plot data  $C_e/(x/m)$  pada sumbu y terhadap  $C_e$  pada sumbu x sehingga diperoleh persamaan berikut (Metcalf and

$$X = \frac{C_e}{\frac{x}{m}} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a} C_e \quad \dots\dots\dots(6)$$

Kurva linear yang terbentuk antara  $C_e$  dan  $C_e/(x/m)$  untuk persamaan Langmuir dan antara  $\log C_e$  dan  $\log(x/m)$  untuk persamaan Freundlich. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang diperoleh dari masing-masing persamaan yang digunakan untuk menilai persamaan *isotherm* yang sesuai dengan percobaan ini (Atastina, 2003).

Terakhir kondisi optimum diaplikasikan pada sampel asli. Sampel asli diambil pada saat percobaan aplikasi akan dilakukan pada hari dan jam yang sama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis konsentrasi COD limbah cair hotel dapat dilihat pada Tabel 3.

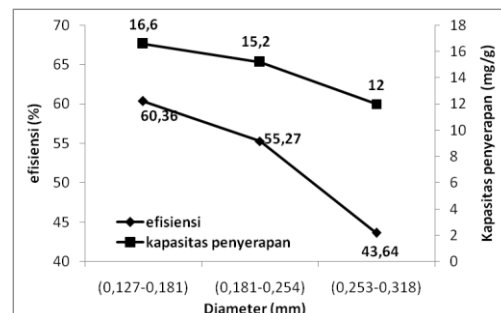
Dari Tabel 3 terlihat konsentrasi COD tidak terlalu berfluktuasi antara hari kerja dan hari libur hal ini terjadi karena aktivitas hotel pada hari kerja dan hari libur relatif sama, perbedaan terjadi pada tingkat kepadatan. Konsentrasi COD tertinggi terjadi pada hari libur pukul 15:00 WIB sebesar 538 mg/l. Konsentrasi ini digunakan sebagai dasar untuk pembuatan larutan artifisial dari larutan glukosa yang dibuat menjadi 550 mg/l dalam 100 ml.

**Tabel 3. Konsentrasi COD dan pH Limbah Cair Hotel**

	Waktu	Konsentrasi (mg/l)	pH
Rabu	9:00	530	2,3
	12:00	519	5,2
	15:00	528	5,38
Sabtu	9:00	482	5,6
	12:00	456	5,8
	15:00	538	4,86

Pada Tabel 3 juga terlihat bahwa pada pH yang lebih rendah kandungan COD lebih tinggi. Menurut Mahida (1984) dalam kondisi asam pottassium dichromate dapat mengoksidasi banyak senyawa organik hampir secara lengkap menjadi karbondioksida dan air.

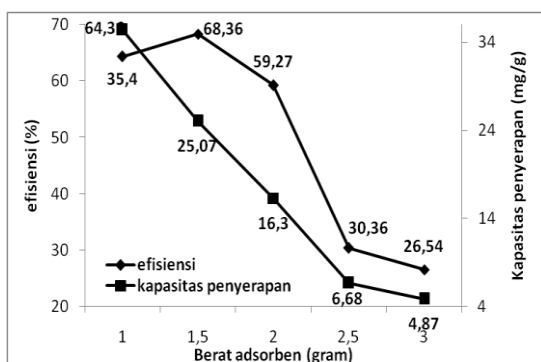
Percobaan optimasi dilakukan pada larutan artifisial COD yaitu larutan glukosa pada volume kerja 100 ml dan dengan konsentrasi 550 mg/l. Variasi diameter adsorben pada percobaan ini adalah (0,127-0,181) mm, (0,181-0,254) mm dan (0,254-0,318) mm dengan parameter berat adsorben 2 gram, waktu kontak 60 menit, konsentrasi adsorbat 150 ppm, kecepatan pengadukan 150 rpm dan pH adsorbat 5, dalam volume kerja 100 ml dan konsentrasi awal COD 150 ppm. Hasil percobaan variasi diameter adsorben terhadap efisiensi dan kapasitas penyerapan COD dapat dilihat pada Gambar 1. Penurunan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada adsorben berdiameter 0,127-0,181 mm dengan efisiensi sebesar 60.36 % dan kapasitas penyerapan COD sebesar 16.6 mg/g.



**Gambar 1. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan COD untuk Variasi Diameter Adsorben**

Diameter (0.127-0.181) mm ini belum bisa dikatakan sebagai diameter optimum dikarenakan hubungan grafik efisiensi tidak menggambarkan pada diameter yang lebih kecil dari 0.127 mm terjadi penurunan efisiensi. Hal ini dikarenakan keterbatasan pada alat.

Untuk variasi berat adsorben 1 gr, 1,5 gr, 2 gr, 2,5 gr, 3 gr digunakan diameter (0.127-0.181) mm, waktu kontak 60 menit, konsentrasi adsorbat 150 ppm, kecepatan pengadukan 150 rpm dan pH larutan adsorbat 5 dalam volume kerja 100 ml, diperoleh efisiensi penyisihan dan kapasitas penyerapan seperti terlihat pada Gambar 2. Penurunan konsentrasi COD optimal terjadi pada adsorben dengan berat 1,5 dengan efisiensi sebesar 70,67% berarti berat adsorben 1,5 gram merupakan jumlah adsorben yang memberikan ruang pengikat tertinggi sehingga terjadi penyisihan COD tertinggi.



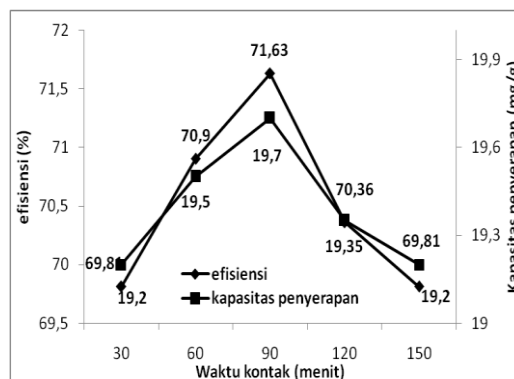
**Gambar 2. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan COD untuk Variasi Berat Adsorben**

Pada kapasitas penyerapan terjadi perbedaan hubungan dengan efisiensi penyisihan. Kapasitas penyerapan terbesar adalah pada berat adsorben 1 gram, yaitu 35.4 mg/g. Sedangkan pada efisiensi tertinggi kapasitas penyerapan adalah 25.067 mg/g. Hal ini berkaitan dengan definisi kapasitas penyerapan itu sendiri yaitu banyaknya kontaminan yang terserap pada tiap gram adsorben. Namun dengan berat COD 1.5 gram dapat menyisihkan COD lebih tinggi. Pada berat adsorben yang lebih tinggi terjadi penurunan kemampuan penyerapan, hal ini menunjukkan peningkatan dosis adsorben terkait dengan adanya gangguan di antara ruang pengikatan yang terjadi akibat adanya penggumpalan adsorben pada dosis yang

tinggi, sehingga permukaan adsorben tidak seluruhnya terbuka dan proses penyerapan tidak efektif yang mengakibatkan penurunan kapasitas penyerapan (Ahalya, 2005).

Setelah didapat diameter dan berat optimum adsorben maka variasi berikutnya yang perlu ditentukan adalah waktu kontak optimum dengan variasi waktu kontak yang digunakan dengan interval 30 menit yaitu 30, 60, 90, 120, 150 menit. Kondisi parameter yang digunakan adalah diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, konsentrasi adsorbat 150 ppm, kecepatan pengadukan 150 rpm dan pH larutan adsorbat 5.

Efisiensi dan kapasitas penyerapan COD terlihat pada Gambar 3. Penurunan konsentrasi COD optimum terjadi pada waktu kontak 90 menit dengan efisiensi sebesar 71.63 %, dan kapasitas penyerapan COD sebesar 19,7 mg/g.

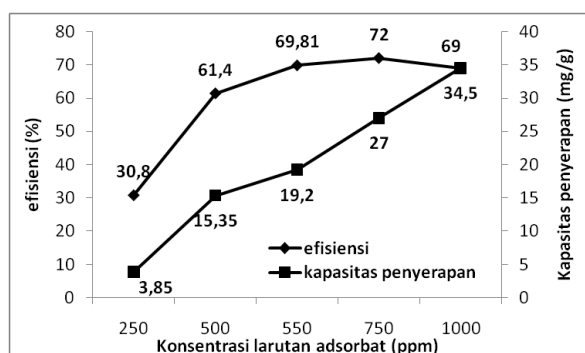


**Gambar 3. Kapasitas dan Kapasitas Penyerapan COD untuk Variasi Waktu Kontak**

Pada waktu 30 dan 60 menit penyerapan belum mengalami kondisi jenuh. Pada waktu kontak yang lebih tinggi tidak terjadi peningkatan penyerapan lagi dikarenakan pada waktu kontak 90 menit permukaan adsorben telah penuh oleh adsorbat (COD) sehingga mengalami titik jenuh penyerapan. Waktu kontak optimum pada penyisihan COD dengan menggunakan serbuk kulit jagung sebagai adsorben ini, masih dalam *range* waktu kontak optimum pada sistem *batch* 1-4 jam (Reynolds, 1996). Waktu kontak 90 menit digunakan selanjutnya dalam penentuan variasi optimasi selanjutnya dan percobaan pada sampel.

Setelah didapat diameter, berat optimum dan waktu kontak optimum dilanjutkan dengan variasi konsentrasi adsorbat yaitu 1000 mg/l, 750 mg/l, 550 mg/l, 500 mg/l dan 250 mg/l. Kondisi parameter yang digunakan adalah diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, waktu kontak 90 menit, kecepatan pengadukan 150 rpm dan pH larutan adsorbat 5 dalam volume kerja 100 ml dan konsentrasi awal COD 150 ppm.

Efisiensi dan kapasitas penyerapan COD terlihat pada Gambar 4. Penurunan konsentrasi COD optimum terjadi pada konsentrasi adsorbat 750 mg/l dengan efisiensi sebesar 66,67%.



**Gambar 4. Kapasitas dan Kapasitas Penyerapan COD untuk Variasi Waktu Kontak**

Pada Gambar 4 terlihat efisiensi penyisihan tertinggi terjadi pada 750 mg/l, penurunan konsentrasi pada konsentrasi 1000 mg/l, 550 mg/l serta 500 mg/l tidak terlalu jauh dari 750 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi adsorbat yang tinggi, jarak antar molekul adsorbat semakin dekat sehingga adsorben dapat melakukan penyerapan secara serentak di permukaan adsorben (Sukawati, 2008). Sementara pada konsentrasi 250 mg/l terjadi penurunan efisiensi penyisihan yang signifikan hal ini disebabkan pada konsentrasi larutan adsorbat yang kecil, jarak antara molekul-molekul semakin besar sehingga kontak antara adsorben dengan adsorbat tidak dapat serempak dan lambat. Pada jarak tertentu antara permukaan adsorben dan adsorbat, adsorben tidak mampu menarik adsorbat, sehingga penyerapan tidak terjadi.

Terjadi pula perbedaan tingkat kapasitas penyerapan pada variasi konsentrasi larutan seperti halnya pada berat adsorben, yaitu kapasitas penyerapan tertinggi pada

konsentrasi 1000 mg/l bukan pada konsentrasi optimum yaitu 750 mg/l. Semakin kecil konsentrasi adsorbat maka semakin kecil kapasitas penyerapannya.

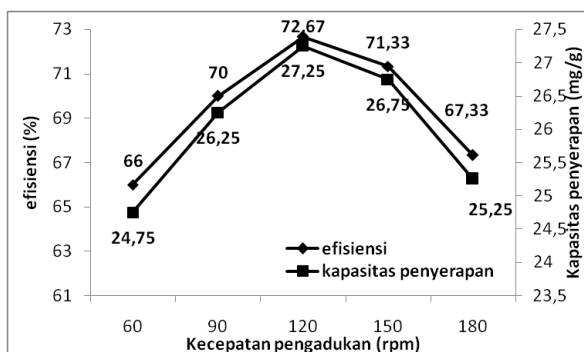
Setelah didapat diameter, berat optimum, waktu kontak, konsentrasi adsorbat dilanjutkan dengan variasi kecepatan pengadukan yaitu 60 rpm, 90 rpm, 120 rpm, 150 rpm dan 180 rpm. Kecepatan pengadukan menentukan kecepatan kontak antara adsorben dengan adsorbat. Kondisi parameter yang digunakan adalah diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, waktu kontak 90 menit, kecepatan dan pH larutan adsorbat 5 dalam volume kerja 100 ml.

Efisiensi dan kapasitas penyerapan COD seperti terlihat pada Gambar 5. Penurunan konsentrasi COD optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 120 rpm dengan efisiensi sebesar 72.67 % dan kapasitas penyerapan COD sebesar 27,25 mg/g.

Kapasitas penyerapan pada kecepatan pengadukan 60 rpm dan 90 rpm lebih kecil disebabkan kecepatan pengadukan tersebut belum memberikan pergerakan yang optimum bagi COD untuk terdifusi pada serbuk kulit jagung sebagai adsorben. Penurunan kapasitas penyerapan dengan kecepatan pengadukan yang lebih tinggi menunjukkan kecepatan tinggi memungkinkan adsorbat yang terserap oleh adsorben terlepas kembali dan struktur penyerap pada adsorben pecah sehingga terjadi penurunan efisiensi penyisihan. Hal ini mendukung pernyataan untuk kondisi kecepatan pengadukan yang terlalu cepat, berkemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal (Mulyatna, 2003). Kecepatan optimum pada penyerapan COD oleh serbuk kulit jagung adalah 120 rpm, digunakan pada percobaan optimasi selanjutnya dan percobaan pada sampel.

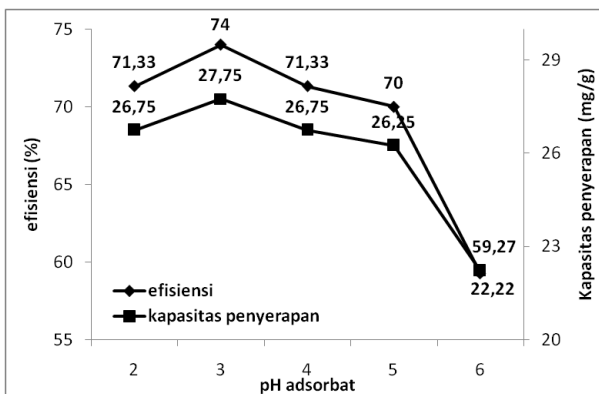
Setelah didapat diameter, berat optimum, waktu kontak, konsentrasi adsorbat, kecepatan pengadukan dilanjutkan variasi pH 2, 3, 4, 5 dan 6. Variasi pH dipilih berdasarkan kondisi yang baik dalam pengukuran parameter COD yaitu dalam suasana asam (Metcalf and Eddy, Inc, 2003) sehingga variasi banyak mewakili suasana asam. Kondisi parameter yang digunakan

adalah diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, waktu kontak 90 menit, kecepatan pengadukan 120 rpm dalam volume kerja 100 ml.



**Gambar 5. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan COD untuk Kecepatan Pengadukan**

Efisiensi dan kapasitas penyerapan COD seperti terlihat pada Gambar 6. Penurunan konsentrasi COD optimum terjadi pada pH 3 dengan efisiensi sebesar 74 % dan kapasitas penyerapan COD sebesar 27,75 mg/g.



**Gambar 6. Efisiensi Penyisihan COD untuk pH Larutan**

Dari percobaan optimasi pada diameter adsorben, berat adsorben, waktu kontak, konsentrasi adsorbat, kecepatan pengadukan serta pH adsorbat diperoleh kondisi optimum untuk tiap variasi. Rekapitulasi kondisi optimum penyisihan COD pada larutan artifisial menggunakan serbuk kulit jagung sebagai adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.

Grafik persamaan *isotherm* Langmuir dan *isotherm* Freundlich dibuat berdasarkan kondisi optimum penyerapan, yaitu kondisi optimum pada pH karena kondisi ini

mewakili kondisi optimum untuk kondisi lainnya.

**Tabel 4. Rekapitulasi Kondisi Optimum**

Diameter adsorben (mm)	Berat Adsorben (gram)	Waktu Kontak (menit)	Kons. Larutan (mg/l)	Kec. Pengadukan (rpm)	pH
(0,127 – 0,181)	1,5	90	750	120	3

Dari grafik *Isotherm* Langmuir dan *Isotherm* Freundlich diperoleh nilai  $R^2$ , dimana  $R^2$  *Isotherm* Langmuir adalah 0.987 dengan persamaan garis  $y = 0.046x - 1.962$  dan untuk *Isotherm* Freundlich adalah 0.74 dengan persamaan  $y = -0.206x + 1.913$ . Berdasarkan grafik *isotherm* Langmuir dan Freundlich dapat dibandingkan masing-masing persamaan garis, nilai a dan b (untuk *isotherm* Langmuir), nilai  $1/n$  dan k (untuk *isotherm* Freundlich) serta  $R^2$ . Dari perbandingan nilai  $R^2$  yang didapat dari persamaan tersebut, maka model kesetimbangan penyerapan yang sesuai adalah *Isotherm* Langmuir dengan nilai  $R^2$  mendekati 1 yaitu 0.987. Nilai konstanta yang diperoleh adalah (a) merupakan kapasitas COD yang teradsorpsi secara maksimum pada adsorben yaitu sebesar 21,739 dan (b) merupakan konstanta yang berkaitan dengan kemampuan penyerapan sebesar -0,023. Dapat disimpulkan bahwa serbuk kulit jagung sebagai adsorben mempunyai permukaan yang homogen dan hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat dan membentuk satu lapisan tunggal dan mekanisme proses penyerapan yang terjadi sama.

Percobaan pada sampel asli menggunakan hasil optimasi yang diperoleh pada percobaan artifisial. Hasil analisis sampel asli yang akan digunakan diperoleh nilai konsentrasi COD sebesar 626 mg/l dengan pH 4,21.

Terjadi perbedaan efisiensi penyisihan, pada sampel 63.74 % dan pada larutan artifisial 74 %.



Perbedaan efisiensi penyisihan COD ini dapat disebabkan oleh beberapa hal. Terdapatnya kontaminan-kontaminan lainnya dalam sampel yang menyebabkan terganggunya penyerapan COD oleh serbuk kulit jagung. Adanya kontaminan yang memiliki gaya tarik menarik dengan adsorben dapat menyebabkan terjadinya kompetisi terserapnya kontaminan lain dan COD. Sehingga kontaminan yang memiliki gaya tarik lebih besar dari COD akan terserap lebih dulu. Secara visual dapat terlihat kontaminan yang terdapat pada sampel limbah hotel seperti minyak, padatan tersuspensi (TSS) serta detergen pada limbah *laundry*. Selain kontaminan lain yang mengganggu penyerapan COD pada serbuk kulit jagung, penurunan efisiensi dapat juga dikarenakan banyaknya variasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel. Hal ini dapat menyebabkan perbedaan ukuran partikel tersebut, sehingga mengurangi penyerapan serempak COD pada adsorben.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kemampuan serbuk kulit jagung sebagai adsorben dalam menyisihkan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kondisi optimum yang diperoleh dari percobaan optimasi dengan menggunakan glukosa sebagai larutan artifisial adalah diameter adsorben (0.127-0.181) mm, berat adsorben 1.5 gram, waktu kontak 90 menit, konsentrasi 750 mg/l, kecepatan pengadukan 120 rpm dan pH 3.

Efisiensi penyisihan COD pada limbah hotel dengan menggunakan serbuk kulit jagung sebagai adsorben adalah 63.74 % dengan kapasitas penyerapan 19.95 mg COD tiap gram serbuk kulit jagung.

Persamaan isoterm adsorpsi yang terpilih adalah isoterm langmuir. Hal ini menandakan bahwa model kesetimbangan adsorpsi COD dengan serbuk kulit jagung mengikuti mekanisme penyerapan yang telah diasumsikan menurut isoterm langmuir dengan nilai kapasitas adsorpsi maksimum (a) sebesar 21,739 mg COD/gr kulit jagung dan (b) sebesar -0,023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S. Suarni, Reri A. and Nindy N. 2012. *Penyisihan Minyak dan Lemak Limbah Cair Hotel Menggunakan Serbuk Kulit Jagung*. Jurnal Dampak Teknik Lingkungan Universitas Andalas Vol 9 No.1.
- Ahayla, N . Ramachandra, T.V. and R.D. Kanamadi. 2005. *Biosorption of Chromium (VI) from aqueous solution by the husk of Bengal gram (Cicer arietinum)*. Electronic Journal of biotechnology. Vol 8, No. 3
- Ahmad, A.L. Bhatia, S. Ibrahim, N. and Sumathi, S . 2005. *Adsorption of residual oil from palm oil mill effluent using rubber powder*. Vol. 22, No. 03, pp. 371 - 379, July - September, 2005 ISSN 0104-6632 Brazilian Journal of Chemical Engineering
- Aluyor and Badmus. 2008. *COD removal from industrial wastewater using activated carbon prepared from animal horns*. Department of Chemical Engineering. Universitas of Benin, Benin City; Nigeria
- Atastina. 2003. *Penghilangan Kesadahan Air yang Mengandung Ion  $Ca^{2+}$  dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung sebagai Penukar Kation*. Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Jakarta
- Igwe, J.C. Ogunewe, D.N. and Abia, A.A. 2005. *Competitive Adsorption of Zn (II), Cd (II), and Pb (II) Ions from Aqueous and Non -Aqueous Solution by maize Cob and Husk*. African Journal of biotechnology. Vol 4. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Mahida UN.1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV Rajawali.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.

- Mulyatna, Lili. Dkk 2003. *Pemilihan Persamaan Adsorpsi Isoterm Pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah Terhadap Zat Warna Remazol Golden Yellow* 6 Infomatek Volume 5 Nomor 3 September 2003 : 131-140
- Reynolds, Tom D. 1996. *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*. California: Brooks/Cole Engineering Division.
- Sari, Putri Rahmi. 2010. *Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Low Cost Adsorbent Dalam Menyisihkan Chemical Oxygen Demand (Cod) Dari Limbah Cair Domestik* ,Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas andalas. Padang
- Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor 26 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Hotel di Propinsi Sumatera Barat.
- Sukawati, Tri Anna. 2008. *Penurunan konsentrasi chemical oxygen demand (cod) pada air limbah laundry dengan menggunakan reactor Biosand filter diikuti dengan reaktor activated carbon*. Tugas Akhir Fakultas Teknik dan Perencanaan Jurusan Teknik lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta
- Yandri, Nelvi. 2008. *Penyisihan Logam Mangan (Mn) dari Air Tanah dengan Menggunakan Ampas Tebu Sebagai Adsorben*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas andalas. Padang